

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-050403

(43)Date of publication of application : 21.02.1995

(51)Int.Cl. H01L 27/15  
H01S 3/10  
H01S 3/18

(21)Application number : 05-193582

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP  
<NTT>

(22)Date of filing : 04.08.1993

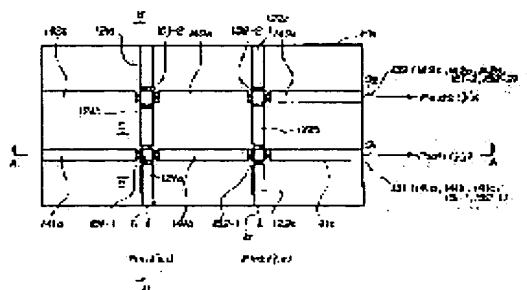
(72)Inventor : TSUDA HIROYUKI  
KUROKAWA TAKASHI  
NONAKA KOJI

## (54) PHOTOMATRIX SWITCH

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To provide a photomatrix switch outputting after exchanging the propagation path and propagation wavelength of light pulse trains in time series at high extinction ratio and optical cross-talk within wide wavelength range making no loss in optical signal at all.

**CONSTITUTION:** This photomatrix switch for switching the propagation path of optical signals is composed of  $n$  ( $n$ =integer exceeding 2) each of photooutputting bistable lasers 131, 132 respectively having at least  $m$  ( $m$ =integer exceeding 2) each of saturable absorber regions 151-1, 152-1, 151-2, 152-2 as well as  $m$  each of optical inputting wave-guides 121, 122, intersecting  $m$  each of respective saturable absorber regions 151-1, 152-1, 152-2 of  $n$  each of bistable lasers 131, 132.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-50403

(43)公開日 平成7年(1995)2月21日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 27/15	C	8934-4M		
H 0 1 S 3/10	Z	8934-4M		
3/18				

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 11 頁)

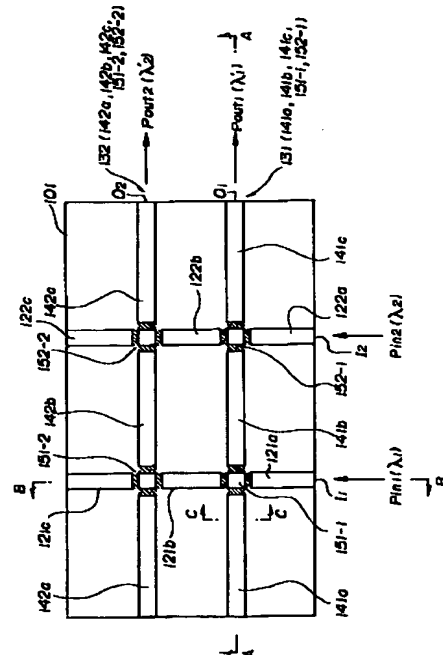
(21)出願番号	特願平5-193582	(71)出願人	000004226 日本電信電話株式会社 東京都千代田区内幸町一丁目1番6号
(22)出願日	平成5年(1993)8月4日	(72)発明者	津田 裕之 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日 本電信電話株式会社内
		(72)発明者	黒川 隆志 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日 本電信電話株式会社内
		(72)発明者	野中 弘二 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日 本電信電話株式会社内
		(74)代理人	弁理士 谷 義一 (外1名)

(54)【発明の名称】 光マトリックススイッチ

(57)【要約】

【目的】 光信号の損失なしにかつ広い波長範囲にわたって高消光比および光クロストークで、時系列の複数の入力光パルス列の伝搬経路および伝搬波長を交換して出力する光マトリックススイッチを提供する。

【構成】 それぞれ少なくとも $m$  ( $m$ は2以上の整数)個の可飽和吸収領域151-1, 152-1, 151-2, 152-2を有する $n$  ( $n$ は2以上の整数)個の光出力用双安定レーザ131, 132と、これら $n$ 個の双安定レーザ131, 132のそれぞれの前記 $m$ 個の各可飽和吸収領域151-1, 152-1, 151-2, 152-2と交差する $m$ 本の光入力用導波路121, 122とで、光信号の伝搬経路を切り替える光マトリックススイッチを構成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 それぞれ少なくとも $m$  ( $m$ は2以上の整数)個の可飽和吸収領域を有する $n$  ( $n$ は2以上の整数)個の光出力用双安定レーザと、これら $n$ 個の双安定レーザのそれぞれの前記 $m$ 個の各可飽和吸収領域と交差する $m$ 本の光入力用導波路とを具備することを特徴とする光マトリックススイッチ。

【請求項2】 請求項1記載の光マトリックススイッチにおいて、前記双安定レーザが分布帰還型半導体レーザであり、分布帰還構造を有することを特徴とする光マトリックススイッチ。

【請求項3】 請求項1記載の光マトリックススイッチにおいて、前記双安定レーザが分布反射型半導体レーザであり、分布反射構造と位相調整領域とを有することを特徴とする光マトリックススイッチ。

【請求項4】 請求項1～3の何れかに記載の光マトリックススイッチにおいて、前記光入力用導波路が全反射ミラーを有し、該全反射ミラーで入射光を反射して前記双安定レーザに入射することを特徴とする光マトリックススイッチ。

【請求項5】 請求項1～3の何れかに記載の光マトリックススイッチにおいて、前記光入力用導波路および前記双安定レーザが曲がり導波路で構成されていることを特徴とする光マトリックススイッチ。

【請求項6】 請求項1～5の何れかに記載の光マトリックススイッチが多段に接続されていることを特徴とする光マトリックススイッチ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、入力された時系列の複数の光パルス列の伝搬経路もしくは波長、または両者を交換して出力する光マトリックススイッチに関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来技術に係る光マトリックススイッチの例を図14に示す。半導体基板11には、光入力ポート $I_1$ 、 $I_2$ および光出力ポート $O_1$ 、 $O_2$ を有する光導波路が形成され、これら光導波路の途中には方向性結合器12、13、14、15が形成されており、さらにこれら各方向性結合器12～15に制御電圧 $V_{dc}$ を印加するための図示しない電極が設けられている。さらに詳言すると、光入力ポート $I_1$ から入力される光は、方向性結合器12および13を介して光出力ポート $O_1$ に、また、方向性結合器12および15を介して光出力ポート $O_2$ に、それぞれ導かれ、一方、光入力ポート $I_2$ から入力される光は、方向性結合器14および15を介して光出力ポート $O_2$ に、また、方向性結合器14および13を介して光出力ポート $O_1$ にそれぞれ導かれるようになっている。また、各方向性結合器12～15は、その制御電圧 $V_{dc}$ が低い場合には入射光が同じ導波路を導波して出射され、その制御電圧 $V_{dc}$ が高い場合には入射

光が隣の導波路に移って出射されるようになっている。

【0003】かかる光マトリックススイッチの動作タイミングチャートを図15に示す。すなわち、この光マトリックススイッチでは、光入力ポート $I_1$ から入力される入力光信号 $P_{i,1}$ は、各方向性結合器12～15に印加される制御電圧 $V_{dc}$ が低い場合には光出力ポート $O_1$ から出力光信号 $P_{o,1}$ として、また、各方向性結合器12～15に印加される制御電圧 $V_{dc}$ が高い場合には光出力ポート $O_2$ から光出力信号 $P_{o,2}$ として、それぞれ出力される。一方、光入力ポート $I_2$ から入力される入力光信号 $P_{i,2}$ は、各方向性結合器12～15に印加される制御電圧 $V_{dc}$ が高い場合には光出力ポート $O_1$ から出力光信号 $P_{o,1}$ として、また、各方向性結合器12～15に印加される制御電圧 $V_{dc}$ が低い場合には光出力ポート $O_2$ から光出力信号 $P_{o,2}$ として、それぞれ出力される。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上述した従来の光マトリックススイッチは、受動導波路で構成されている方向性結合器を用いているので、光損失が不可避である。また、方向性結合器は、入射波長が最適波長から離れると消光比やクロストークが急激に悪くなるという問題がある。さらに、上述した光マトリックススイッチは出射側の波長を制御する機能がない。

【0005】本発明は、このような事情に鑑み、光信号の損失なしにかつ広い波長範囲にわたって高消光比および低クロストークで、時系列の複数の入力光パルス列の伝搬経路および伝搬波長を交換して出力する光マトリックススイッチを提供することを目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】かかる目的を達成する本発明は、それぞれ少なくとも $m$  ( $m$ は2以上の整数)個の可飽和吸収領域を有する $n$  ( $n$ は2以上の整数)個の光出力用双安定レーザと、これら $n$ 個の双安定レーザのそれぞれの前記 $m$ 個の各可飽和吸収領域と交差する $m$ 本の光入力用導波路とを具備することを特徴とする。

【0007】本発明の光マトリックススイッチにおいては、前記双安定レーザが分布帰還型半導体レーザであり、分布帰還構造を有するようにすることができる。

【0008】また、本発明の光マトリックススイッチにおいては、前記双安定レーザが分布反射型半導体レーザであり、分布反射構造と位相調整領域とを有するようにすることができる。

【0009】また、本発明の光マトリックススイッチにおいては、前記光入力用導波路が全反射ミラーを有し、該全反射ミラーで入射光を反射して前記双安定レーザに入射するようにすることができる。

【0010】また、本発明の光マトリックススイッチにおいては、前記光入力用導波路および前記双安定レーザが曲がり導波路で構成されているようにすることができ

る。さらに、本発明では、光マトリックススイッチを多段に接続するようにすることができる。

【0011】

【作用】可飽和吸収領域を有する双安定レーザは、可飽和吸収領域への逆方向印加電圧と利得領域への注入電流とを制御することによって当該可飽和吸収領域へ光が注入されたときのみレーザ発振するように設定できる。各光入力用導波路と交差する複数の双安定レーザの可飽和吸収領域の内、何れかの可飽和吸収領域に光が注入されたときのみレーザ発振するように制御しておくこと、光入力用導波路から光が入力されたときに当該何れかの可飽和吸収領域を含む双安定レーザから出力される。このように各可飽和吸収領域の逆方向印加電圧を制御することにより、各光入力用導波路から入力された光の出力ポートを制御することができる。

【0012】また、双安定レーザの発振波長は入射光の波長とは独立に設定される。したがって、出力ポートを制御すると同時に出力波長も制御することができる。勿論波長のみを交換するようにしようにすることもできる。

【0013】

【実施例】以下、本発明を実施例に基づいて説明する。

【0014】図1は一実施例にかかる光マトリックススイッチの平面図である。図1に示すように、半導体基板101には、光入力用導波路121a、121b、121c（121ということがある）および光入力用導波路122a、122b、122c（122ということがある）が形成され、これら光入力用導波路121a、122aの端部が光入力ポート $I_1$ 、 $I_2$ となっている。また、半導体基板101には、光入力用導波路121、122に直交する第1および第2の分布帰還型双安定レーザ131、132が形成されており、第1の分布帰還型双安定レーザ131は、利得領域141a~141c、および可飽和吸収領域151-1、152-1により、また、第2の分布帰還型双安定レーザは、利得領域142a~142c、および可飽和吸収領域151-2、152-2により、それぞれ構成されている。そして、利得領域141c、142cの端部が光出力ポート $O_1$ 、 $O_2$ となっている。

【0015】図2は図1のA-A線断面図である。図2に示すように、InP ( $n^+$ ) 基板102上には、InP (n) クラッド層103、InGaAsP下側ガイド層104、量子井戸（以下、MQWという）の活性層105、InGaAsP上側ガイド層106、InP (p) クラッド層107、InGaAsPコンタクト層108、および電極109が形成されており、InP ( $n^+$ ) 層102の下側には下面電極110が形成されている。また、InGaAsP上側ガイド層106とInP (p) クラッド層107との間には分布帰還回折格子111が形成されている。さらに、電極109は、各利得領域141a~141c（142a~142c）と

各可飽和吸収領域151-1、152-1（151-2、152-2）との間に設けられた電極分離溝112により電気的に分離されている。電極分離溝112は、InP (p) クラッド層107の上部までエッチングされることにより形成されており、高抵抗になるようにイオン注入されている。これにより、各利得領域141a~141c（142a~142c）には共通に電流 $I_{c1}$ （ $I_{c2}$ ）が注入され、可飽和吸収領域151-1（151-2）には電圧 $V_{c11}$ （ $V_{c12}$ ）が印加され、可飽和吸収領域152-1（152-2）には電圧 $V_{c21}$ （ $V_{c22}$ ）が印加されるようになっている。なお、電極分離溝112の代わりに、活性層105までエッチングした後、高抵抗InPで埋め込んで同様の電極分離効果を得るようにしてもよい。また、光入力用導波路121、122の両端面には低反射コーティング113が形成されている。

【0016】図3は図1のB-B線断面図である。図3に示すように、電極109は、各光入力用導波路121a~121c（122a~122c）と各可飽和吸収領域151-1、151-2（152-1、152-2）との間に設けられた電極分離溝112により電気的に分離されている。これにより、各光入力用導波路121a、121b（122a、122b）には共通に電流 $I_{a1}$ （ $I_{a2}$ ）が注入されるようになっている。このとき、光入力用導波路121a、121b（122a、122b）は、光増幅機能を持つ。なお、分布帰還型双安定レーザ131、132の両端面には低反射コーティング113が形成されている。

【0017】図4は図1のC-C線断面図である。図4に示すように、導波領域は鉄をドーピングした高抵抗InP114で埋め込まれており、高抵抗InP114の上には絶縁膜115が形成されている。

【0018】ここで、本実施例の光マトリックススイッチの作製法を簡単に説明する。まず、InP ( $n^+$ ) 基板102上に、InP (n) クラッド層103、InGaAsP下側ガイド層104、MQWの活性層105、InGaAsP上側ガイド層106をMO-VPE (Metal Organic Vapor Phase Epitaxy ; 有機金属気相成長) 装置によってエピタキシャル成長する。次に、InGaAsP上側ガイド層106上に分布帰還回折格子111を、EB (Electron Beam) 露光やホログラフィック露光による回折格子のレジストパターン形成と飽和臭素水によるエッチングとにより形成する。次に、分布帰還型回折格子111上にMO-VPE装置によってInP (p) クラッド層107およびInGaAsPコンタクト層108を成長する。ここで、ECR (Electron Cyclotron Resonance) エッチング装置によって導波路コアを形成する。次に、MO-VPE装置によって導波路を高抵抗InP114で埋め込み、続いて絶縁膜115を形成する。次いで、蒸着装置によって電極109、1

10を蒸着する。続いて、p側の電極109をイオンミリングエッチング装置でパターンニングする。ここで電極分離溝112に、イオン注入装置で水素イオンあるいはBeイオンを注入し、分離抵抗を高める。最後にチップに劈開し、各端面に低反射コーティング113を形成する。

【0019】次に、本実施例の光マトリックススイッチの動作について説明する。

【0020】可飽和吸収領域および利得領域で構成される双安定レーザ131、132は、可飽和吸収領域への逆方向印加電圧と利得領域への注入電流とを制御することによって逆方向電圧を印加した可飽和吸収領域へ光が注入されたときのみレーザ発振するように設定できる。図5に、双安定レーザの可飽和吸収領域への注入光強度に対する双安定レーザの光出力を示す。また、双安定レーザの発振波長は、分布帰還回折格子111のピッチによって決定され、入射光の波長とは独立に設定される。すなわち、双安定レーザでは、強度変調された光信号の波長を変換して出力することができる。ところが、可飽和吸収領域に順方向の電圧を印加し、順方向電流を注入すると、この順方向電圧が印加された可飽和吸収領域は通常の利得領域として働き、注入された光はほとんど吸収されずに透過する。

【0021】双安定レーザ131、132において、利得領域141a~141cおよび142a~142cにそれぞれ順方向電流 $I_{c1}$ および $I_{c2}$ が注入され、可飽和吸収領域151-1および152-2に順方向電流が注入されて利得領域として機能し（電圧 $V_{c11}$ および $V_{c12}$ がビルトイン電圧以上の正の電圧になっている）、他の可飽和吸収領域152-1および151-2が可飽和吸収領域として機能している（電圧 $V_{c21}$ および $V_{c22}$ がビルトイン電圧以下の電圧になっている）とする。この場合、光入力ポート $I_1$ から入射される波長 $\lambda_1$ の入射信号光 $P_{i1}$ は、光入力用導波路121aを導波し、順方向電流が注入されている可飽和吸収領域151-1では吸収されずに透過し、光入力用導波路121bを導波し、可飽和吸収領域151-2で吸収される。ここで、分布帰還型双安定レーザ132は、可飽和吸収領域151-2に光が入射したときのみ波長 $\lambda_2$ で発振するように設定されている。したがって、上述したように光入力ポート $I_1$ から入射信号光 $P_{i1}$ が入射されると、光出力ポート $O_2$ から波長 $\lambda_2$ の出力光 $P_{o12}$ が出力される。一方、光入力ポート $I_2$ から入射される波長 $\lambda_2$ の入射信号光 $P_{i2}$ は、光入力用導波路122aを導波し、可飽和吸収領域152-1で吸収される。ここで、分布帰還型双安定レーザ131は、可飽和吸収領域152-1に光が入射したときのみ波長 $\lambda_1$ で発振するように設定されている。したがって、光入力ポート $I_2$ から入射信号光 $P_{i2}$ が入射されると、光出力ポート $O_1$ から波長 $\lambda_1$ の出力光 $P_{o11}$ が出力される。

【0022】逆に、双安定レーザ131、132において、可飽和吸収領域152-1および151-2に順方向電流が注入されて利得領域として機能し（電圧 $V_{c11}$ および $V_{c12}$ がビルトイン電圧以上の正の電圧になっている）、可飽和吸収領域151-1および152-2が可飽和吸収領域として機能している（電圧 $V_{c11}$ および $V_{c12}$ がビルトイン電圧以下の電圧になっている）場合には、光入力ポート $I_1$ から入射信号光 $P_{i1}$ が入射されると、光出力ポート $O_1$ から波長 $\lambda_1$ の出力光 $P_{o11}$ が出力され、光入力ポート $I_2$ から入射信号光 $P_{i2}$ が入射されると、光出力ポート $O_2$ から波長 $\lambda_2$ の出力光 $P_{o12}$ が出力される。

【0023】図6に本実施例の光マトリックススイッチの上述した動作のタイミングチャートを示す。このように本実施例の光マトリックススイッチは、入射した信号光の波長を変換し、かつこの光を出力ポートを交換して出力するので、波長変換機能を持つ光マトリックススイッチとして機能する。勿論、波長変換しないようにすることもでき、また、波長のみを変換するために用いることもできる。

【0024】図7は、第2の実施例にかかる光マトリックススイッチの平面図である。ここで、図1と同一作用を示す部材には同一符号を付し、重複する説明は省略する。本実施例では、光入力用導波路121、122と交差する双安定レーザは、分布反射型双安定レーザ211、212である。第1の分布反射型双安定レーザ211は、第1の分布反射部221、利得領域231a~231c、位相調整領域241、第2の分布反射部251および可飽和吸収領域151-1、152-1から構成される。第2の分布反射型双安定レーザ212は、第1の分布反射部222、利得領域232a~232c、位相調整領域242、第2の分布反射部252および可飽和吸収領域151-2、152-2から構成される。

【0025】図8は、図7のD-D線断面図である。図8に示すように、電極109は、第1の分布反射部221（222）、利得領域231a（232a）、可飽和吸収領域151-1（151-2）、利得領域231b（232b）、可飽和吸収領域152-1（152-2）、利得領域231c（232c）、位相調整領域241（242）、および第2の分布反射部251（252）の各領域の間に設けられた電極分離溝112によって電気的に分離されている。これによって、利得領域231a~231c（232a~232c）には順方向電流 $I_{c1}$ （ $I_{c2}$ ）を注入し、可飽和吸収領域151-1、152-1（151-2、152-2）には電圧 $V_{c11}$ 、 $V_{c21}$ （ $V_{c12}$ 、 $V_{c22}$ ）を印加できるようにになっている。また、第1の分布反射領域221（222）には電流 $I_{u1}$ （ $I_{u2}$ ）が、位相調整領域241（242）には電流 $I_{u1}$ （ $I_{u2}$ ）が、第2の分布反射領域251（252）には電流 $I_{u1}$ （ $I_{u2}$ ）が、それぞれ注入で

きるようになっている。なお、第1の分布反射領域221(222)および第2の分布反射領域251(252)には、発振波長で透明な組成のInGaAsP層261(262)が埋め込まれており、それぞれには第1の分布反射構造271(272)および第2の分布反射構造281(282)が形成されている。

【0026】本実施例の光マトリックススイッチは、上述した第1の実施例と同様に、入射した信号光の波長を変換し、かつこの光を出力ポートを交換して出力するので、波長変換機能を持つ光マトリックススイッチとして機能するが、第1の実施例と異なる点は、分布反射型レーザ構造を用いているために各双安定レーザ構造の出力波長を制御できる点である。図9は、分布反射型レーザ211(212)の発振波長と第2の分布反射部251(252)への注入電流 $I_{n1}$ ( $I_{n2}$ )との関係を示す。図9で実線は第1の分布反射部221(222)および位相調整領域241(242)に電流を注入しないで第2の分布反射部251(252)のみに電流を注入した場合を示し、この場合には発振できない波長が存在する。とこれが、第1の分布反射部221(222)および位相調整領域241(242)にもそれぞれ電流 $I_{k1}$ ( $I_{k2}$ )および $I_{n1}$ ( $I_{n2}$ )を注入して調整すると、図9に示す破線のように可変範囲内の全ての波長で発振できるようになる。すなわち、本実施例では、第1の実施例の動作に加えて各出力ポートからの出力波長を自由に設定できる。例えば、出力ポートがn個あれば、各出力ポートからの出力波長 $\lambda_1' \sim \lambda_n'$ (nは2以上の整数)をそれぞれ自由に設定でき、出射波長可変の光マトリックススイッチとして機能する。

【0027】図10は、第3の実施例にかかる光マトリックススイッチの平面図であり、図11は、図10のE-E線断面図である。ここで、図1~4と同一作用を示す部材には同一符号を付し、重複する説明は省略する。本実施例の光マトリックススイッチは、双安定レーザ131、132と交差する光入力用導波路121、122の入力側を直交する2本の直線導波路で形成して直角に曲げて、光出力ポート $O_1$ 、 $O_2$ の反対側に光入力ポート $I_1$ 、 $I_2$ を配置したものである。すなわち、光入力用導波路121a、122aをそれぞれ2本の直線導波路で形成して直角に曲げて、その交差部の外側に基板に垂直な穴116を形成し、この穴116の側面を全反射ミラー117として機能させるものである。穴116は、塩素系ECRエッチング装置またはエタン、メタン系ECRエッチング装置によって形成することができる。本実施例の光マトリックススイッチは上述した実施例と同様に動作するが、本実施例の特長は、光入力ポート $I_1$ 、 $I_2$ と光出力ポート $O_1$ 、 $O_2$ とが半導体基板101の相対向する面に配置されているので、素子のモジュール化が容易な点である。

【0028】図12は、第4の実施例にかかる光マトリ

ックススイッチの平面図である。ここで、図7と同一作用を示す部材には同一符号を付し、重複する説明は省略する。本実施例の光マトリックススイッチは、双安定レーザ211、212と光入力用導波路121、122とを曲がり導波路で形成して、光出力ポート $O_1$ 、 $O_2$ の反対側に光入力ポート $I_1$ 、 $I_2$ を配置したものである。本実施例の光マトリックススイッチは上述した実施例と同様に動作するが、本実施例の特徴は、光入力ポート $I_1$ 、 $I_2$ と光出力ポート $O_1$ 、 $O_2$ とが半導体基板101の相対向する面に配置されているので、素子のモジュール化が容易な点である。

【0029】図13は、第5の実施例にかかる光マトリックススイッチの平面図である。図中、311、312、321、322は、それぞれ第3または第4の実施例にかかる光マトリックススイッチであり、スイッチ311の光出力ポート $O_1$ とスイッチ321の光入力ポート $I_1$ 、スイッチ311の光出力ポート $O_2$ とスイッチ322の光入力ポート $I_1$ 、スイッチ312の光出力ポート $O_1$ とスイッチ321の光入力ポート $I_2$ 、スイッチ312の光出力ポート $O_2$ とスイッチ322の光入力ポート $I_2$ が、それぞれ透明導波路331で結合されている。本実施例の特徴は、光マトリックススイッチを透明導波路331を介して多段に同一基板上に集積して大規模な本発明の光マトリックススイッチを構成した点である。双安定レーザの共振器長に対する可飽和吸収領域の長さには、双安定レーザとして機能するために必要な長さには下限がある。したがって、光マトリックススイッチが大規模になって共振器長が長くなった場合、光導波路との交差部分のみを可飽和吸収領域とすると可飽和吸収が不十分になるので、上述した実施例の構成では4入力4出力程度の素子が限度であると考えられる。しかし、本実施例のように本発明の光マトリックススイッチを多段に組み合わせることにより、さらに大規模な光マトリックススイッチを容易に構成することができる。

【0030】以上の実施例では、説明の都合上2入力2出力の素子を中心に説明したが、入力ポートおよび出力ポートの数をさらに増やしてもよいことはいうまでもない。また、MQW活性層の代わりにバルク活性層または歪量子井戸活性層などを用いることができる。また、半導体材料は、例えばGaAs系半導体材料でも同様に構成でき、特に限定されない。また、導波路構成も特に限定されず、リッジ型導波路、pn埋め込み型導波路等の導波路構成も適用できる。さらに、上述した実施例では光入力用導波路を光増幅機能のある活性導波路としたが、動作波長域で透明な光導波路としてもよいことはいうまでもない。

【0031】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の光マトリックススイッチは、可飽和吸収領域を有する光出力用双安定レーザとこの双安定レーザの可飽和吸収領域と交差

する光入力用導波路とて構成され、光信号の組を任意の波長から別の波長に波長変換しかつ伝搬経路を交換して出力するという光交換ノードとして機能し、高消光比、低クロストークの動作が可能で、スイッチ内で利得、波形整形機能があるという利点を有する。また、本発明の光マトリックススイッチは、小型にモジュール化できるため、取扱いが容易で、他の装置への組み込みも可能であるという利点を有し、高速の光信号処理装置、波長多重伝送装置等に使用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例に係る光マトリックススイッチの平面図である。

【図2】図1のA-A線断面図である。

【図3】図1のB-B線断面図である。

【図4】図1のC-C線断面図である。

【図5】双安定レーザの光入出力特性図である。

【図6】第1の実施例の光マトリックススイッチの動作のタイミングチャートである。

【図7】本発明の第2の実施例に係る光マトリックススイッチの平面図である。

【図8】図7のD-D線断面図である。

【図9】第2の実施例の射出波長制御特性図である。

【図10】本発明の第3の実施例に係る光マトリックススイッチの平面図である。

【図11】図10のE-E線断面図である。

【図12】本発明の第4の実施例に係る光マトリックススイッチの平面図である。

【図13】本発明の第5の実施例に係る光マトリックススイッチの平面図である。

【図14】従来技術に係る光マトリックススイッチの平面図である。

【図15】従来技術に係る光マトリックススイッチの動作のタイミングチャートである。

【符号の説明】

\* 101 半導体基板

102 InP (n<sup>+</sup>) 基板

103 InP (n) クラッド層

104 InGaAsP 下側ガイド層

105 MQW活性層

106 InGaAsP 上側ガイド層

107 InP (p) クラッド層

108 InGaAsP コンタクト層

109 電極

10 110 下面電極

111 分布帰還型回折格子

112 電極分離溝

113 低反射コーティング

114 高抵抗InP

115 絶縁膜

116 全反射ミラー

117 穴

121a~121c, 122a~122c 光入力用導波路

20 131, 132 分布帰還型双安定レーザ

141a~141c, 142a~142c 利得領域

151-1, 152-1, 152-1, 152-2 過飽和吸収領域

211, 212 分布反射型双安定レーザ

221, 222 第1の分布反射部

231a~231c, 232a~232c 利得領域

241, 242 位相調整領域

251, 252 第2の分布反射部

261, 262 InGaAsP層

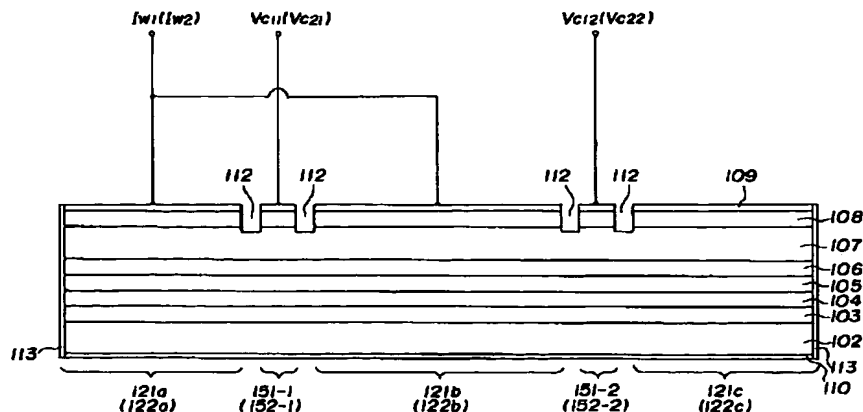
271, 272 第1の分布反射構造

281, 282 第2の分布反射構造

311, 312, 321, 322 光マトリックススイッチ

\* 331 透明導波路

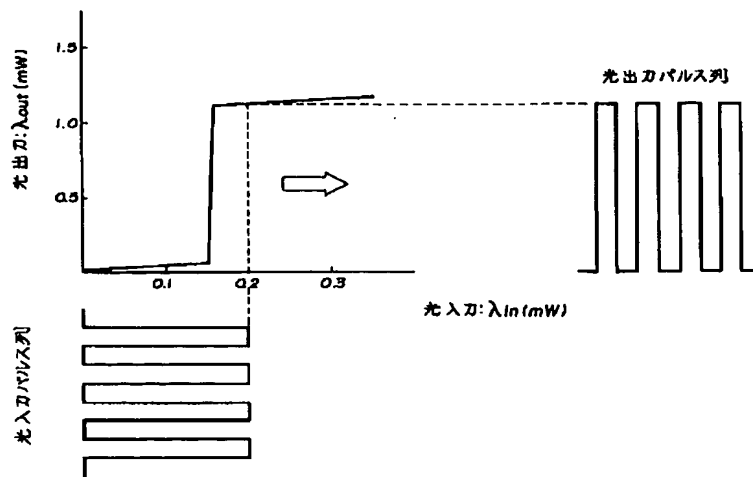
【図3】



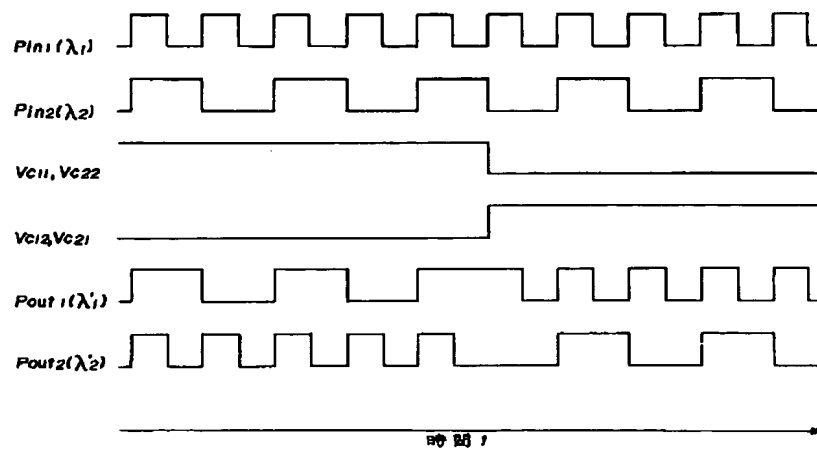




【図5】



【図6】



【図8】

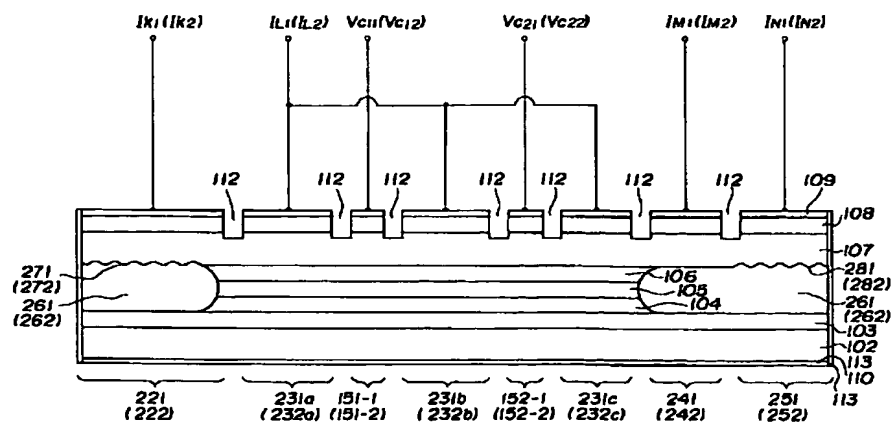
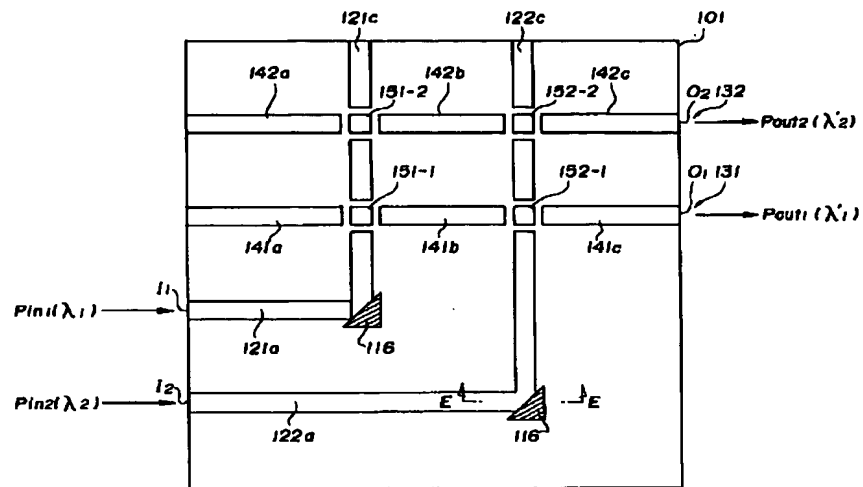
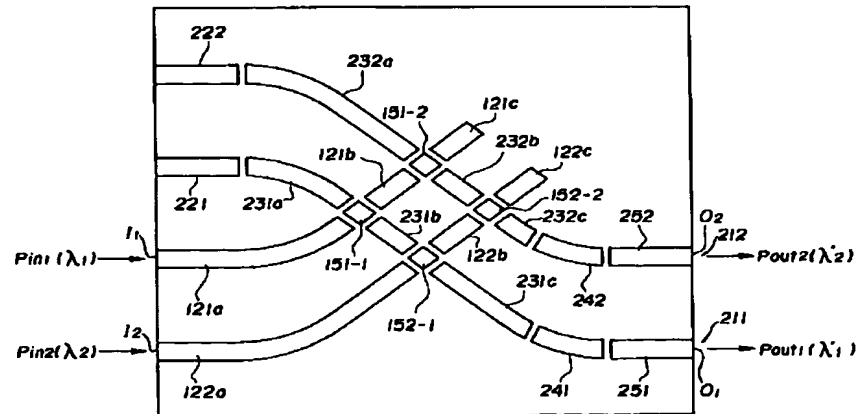


Figure 1 is a schematic diagram of a two-dimensional optical waveguide array. The array is composed of a grid of waveguide segments. The horizontal segments are labeled 221, 231a, 231b, 231c, 241, and 251. The vertical segments are labeled 121a, 121b, 122a, 122b, 122c, 122d, 123a, 123b, 123c, 123d, 124a, 124b, 124c, 124d, 125a, 125b, 125c, and 125d. The input ports are labeled  $P_{in}(\lambda_1)$  and  $P_{in}(\lambda_2)$ . The output ports are labeled  $P_{out1}(\lambda_1)$  and  $P_{out2}(\lambda_2)$ . The diagram illustrates the propagation of light through the waveguide segments.

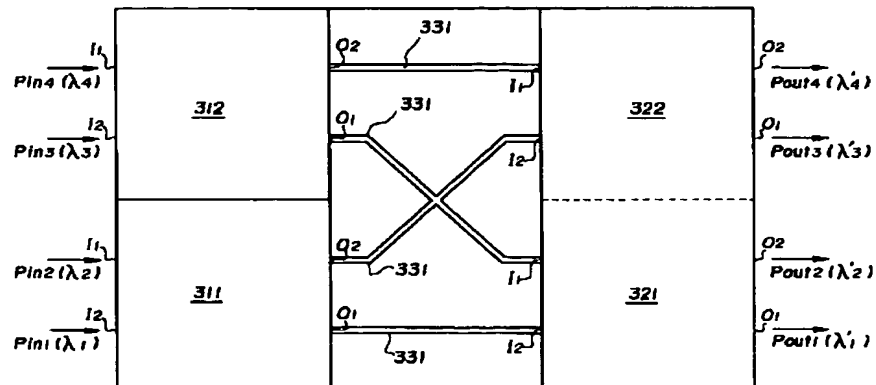
【図10】



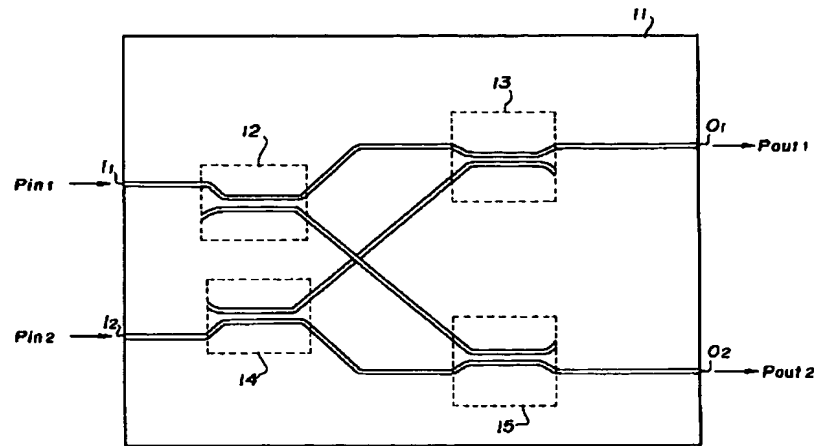
【図12】



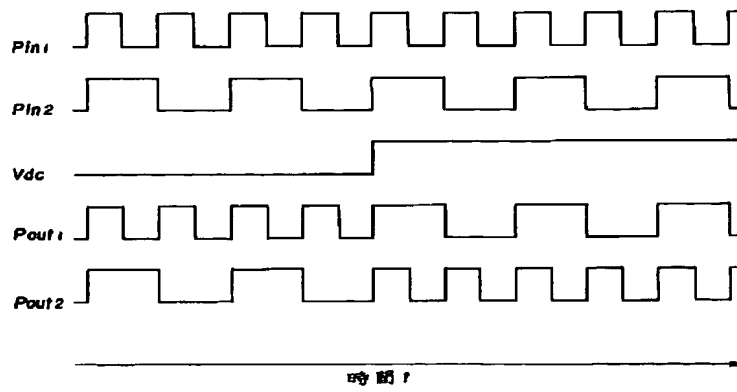
【図13】



【図14】



【図15】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: \_\_\_\_\_**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**